PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-333326
(43)Date of publication of application : 30.11.2001

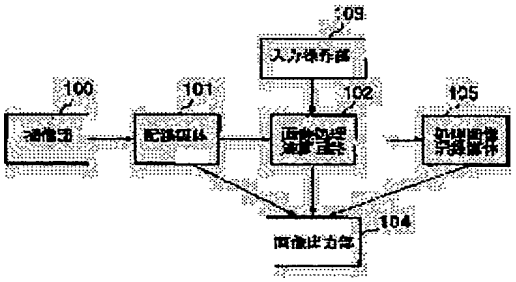
(51)Int.Cl. H04N 5/232
G03B 19/02
G06T 1/00
H04N 5/91
// H04N101:00

(21)Application number : 2000-151994
(22)Date of filing : 23.05.2000

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD
(72)Inventor : MOTOKI MASAHIRO
SATOU SHINJI

(54) DIGITAL CAMERA HAVING IMAGE PROCESSING FUNCTION

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a digital camera having an image processing function that eliminates the need for a sensor detecting any physical quantity for correction factors such as camera-shake so as to obtain an excellent image.
SOLUTION: The digital camera having the image processing function that corrects an image and provided with a storage device 101 that stores a picked-up image and a display device 104 that displays the image, is provided with an image processing means 102 that corrects the picked-up image, and an operation means 103 that gives correction information to the processing means. The operation means is characteristically configured that is operated externally and the operation means properly provides correction information to the picked-up image to correct the image on the basis of the image that is displayed on the display device and picked up.



* NOTICES *

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1]Memory storage which memorizes a picturized picture.
A display which displays said picture.
An image processing means which amends a picture which is a digital camera with an image processing function provided with the above, and was picturized, It has a control means which gives correction information to this image processing means, this control means is constituted operational from the exterior, said control means gives correction information suitably based on a picturized picture which was displayed on said display, and a picture is amended.

[Claim 2]A digital camera with the image processing function according to claim 1 using the deteriorated image restoration technique by the blind deconvolution method as said image processing function.
[Claim 3]A digital camera characterized by comprising the following with the image processing function according to claim 1.
An amendment previous image storage means said memory storage remembers a picture before amendment to be.
An after-amendment image storing means which memorizes a picture after amendment.

[Claim 4]A digital camera with the image processing function according to claim 1, wherein said memory storage constitutes said past record usable by said control means while being provided with an image-correction-information memory measure which memorizes a past record of image correction information.

[Translation done.]

* NOTICES *

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Field of the Invention]This invention relates to a digital camera with the image processing function which added the restoration function of the picture in which it deteriorated by the shaking hand or focal gap, etc.
[0002]
[Description of the Prior Art]Although various mechanisms which amend degradation of the picture by the shaking hand in a digital camera, etc. from before are proposed, For example, as shown in drawing 7, although it changes with techniques of amending a shaking hand, the image pick-up part 500 which comprises photo detectors of a lens etc., such as an optical system and CCD, includes the mechanical mechanism which amends vibration of an optical system, or the arithmetic circuit which changes the pixel information of CCD, and is constituted.
[0003]According to this conventional technology, when producing vibration to a camera by a shaking hand etc. at the time of photography, the vibration detecting sensor 501 detects the vibrating amount. By the oscillating correcting operation circuit 502, detected vibration computes a camera's own motion vector, and calculates correction value. Degradation of pictures, such as a shaking hand, is prevented or amended by amending an optical system mechanically or amending the value of each pixel of a photo detector by image processing arithmetic based on the correction value. The picture made finishing [hand shake correction] as a result is recorded on the recording medium 101 which comprises a flash memory, a hard disk, etc., for example.
[0004]As for each of these conventional technologies, the following two characteristic elements are included.
(1) Use the sensor which detects a certain physical quantity to amendment factors, such as a shaking hand.
(2) When amendment of a shaking hand etc. is required, a certain compensation means amends and the picture after the amendment is recorded on a recording medium.
[0005]
[Problem(s) to be Solved by the Invention]According to this conventional technology, there are the following technical problems in the technique of amending degradation of the picture by the shaking hand in a digital camera, etc. conventionally from the above point.
O Need the sensor which detects a certain physical quantity to amendment factors, such as a shaking hand.
O When the exact correction amount is not obtained to amendment of a shaking hand etc., the picture of mistaken correction results is recorded on a recording medium.
[0006]In light of the above-mentioned problems, this invention is a thing.
The purpose is to provide the digital camera which has an image processing function which can make unnecessary the sensor which detects a certain physical quantity to an amendment factor, and can acquire a good picture.
Other purposes of this invention are to prevent mistaken correction results from being recorded on a recording medium.
[0007]
[The means for making a technical problem solved] In a digital camera with the image processing function which amends said picture while this invention is provided with the memory storage which memorizes the picturized picture, and the display which displays said picture, It has an image processing means which amends the picturized picture, and a control means which gives correction information to this image processing means, this control means is constituted

operational from the exterior, said control means gives correction information suitably based on the picturized picture which was displayed on said display, and a picture is amended.
[0008]And it is desirable to use the deteriorated image restoration technique by the blind deconvolution method as said image processing function. According to this art, the control means which gives correction information to the image processing means which amends the picturized picture is constituted operational from the exterior, Since said control means gave correction information suitably and the picture is amended based on the picturized picture which was displayed on said display, it is not necessary to form the mechanism in which the amount of Bure is automatically detected to a shaking hand picture, and a shaking hand picture or a pin dotage picture can be amended with easy composition.
[0009]Since the mechanism in which the amount of Bure is detected automatically is not used, it can amend in accordance with the photographic subject image which an operator usually picturizes, and the picture of mistaken correction results can be prevented from being recorded on a recording medium.
[0010]Since it has an image processing function by the deteriorated image restoration technique by the blind deconvolution method, Even if it does not use the image restoration processing by computers, such as a personal computer, an output of the good picture which set said image recording medium in the external output unit etc. directly, and restored the shaking hand etc. is possible by using the image recording medium after processing as a removable recording medium etc.
[0011]Said memory storage is a means in which this invention of having and constituting the amendment previous image storage means which memorizes the picture before amendment, and the after-amendment image storing means which memorizes the picture after amendment is also effective. In order to have a recording medium which records both the picture before the amendment which is a raw picture, and the after-amendment picture after image processing to the picture to photo according to this arts means, Since the amendment from which the amendment beyond it deviated from the raw picture to the degree very much impossible can be prevented even if it is measurement of the imperfect amount of Bure when the amount of Bure is automatically measured and amended like conventional technology, record of the picture of imperfect correction results can be prevented.
[0012]Said memory storage is a means in which it is also effective to constitute said past record usable by said control means as for this invention while being provided with the image-correction-information memory measure which memorizes the past record of image correction information.
[0013]According to this arts means, the past record of the image correction information used as a degradation factor is recorded suitably, When reading and carrying out restoration processing of another picture which deteriorated, what was suitable from this past record data currently recorded can be chosen and used, and it has an effect which makes it possible to shorten deteriorated image restoration processing time.
[0014]
[Embodiment of the Invention]Hereafter, based on a drawing, an embodiment of the invention is described in detail in illustration. However, the size of the component parts indicated to this embodiment, construction material, shape, its relative configuration, etc. are not the meaning that limits the scope of this invention only to it but only mere examples of explanation, as long as there is no specific statement in particular.
[0015]The lineblock diagram of the digital camera which has an image processing function which drawing 1 requires for a 1st embodiment of this invention, and drawing 2, The figure showing the image restoration algorithm by the Fourier repeating method which is the contents of the image processing function concerning an embodiment of the invention, and drawing 3, The model figure of non-negative conditions of the image restoration algorithm by the Fourier repeating method and drawing 4, The schematic diagram of data processing of the image-processing-arithmetic circuit which requires the lineblock diagram of the image-processing-arithmetic circuit concerning an embodiment of the invention and drawing 5 for an embodiment of the invention, and drawing 6 are the lineblock diagrams of the digital camera which has an image processing function concerning a 2nd embodiment of this invention.
[0016]In drawing 1, the image pick-up part 100 comprises photo detectors, such as optical systems, such as lens **, and CCD. Although the raw picture before amendment is recorded and the recording medium 101 which records the picture information received in the image pick-up part 100 comprises a flash memory, a hard disk etc. may be sufficient as it. The image output

part 104 which can observe the picture recorded on this recording medium 101 comprises a liquid crystal display means.

[0017]The image-processing-arithmetic circuit 102 has a function of the deteriorated image restoration technique (for example, the image restoration technique by the Fourier repeating method) by the blind deconvolution method, and comprises an arithmetic image storage memory, the Fourier conversion circuit, a four-operations circuit, etc., for example. The deteriorated image restoration technique by this blind deconvolution method, (For example, it is the image restoration technique by the Fourier repeating method announced by literature (G. R.Ayers and J.C.Dainty, Opt.Lett. 13, 547-549 [1988]) etc., and) It is the technique of separating the image restoration which has not deteriorated, and a degradation factor only based on the information on a deteriorated image.

[0018]The alter operation part 103 comprises switches, a touch panel, etc., and when an observer judges that it has deteriorated by the shaking hand etc. to the picture observed by the image output part 104, operation of starting and suspending the restoration processing of a picture is constituted possible. The processing image recording medium 105 is a recording medium which records the processing picture which performed restoration processing in the image-processing-arithmetic circuit 102.

[0019]Here, the image restoration technique by the Fourier repeating method is explained as the restoration technique of the deteriorated image by the blind deconvolution method. The deteriorated image by a shaking hand etc. is as follows in expression, and it is expressed.

[Equation 1]

$$c(x,y) = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} f(\xi,\eta)g(x-\xi,y-\eta)\,d\xi\,d\eta \qquad (1)$$

c(x, y): The dotage picture for restoration, the original image which is not f(xi, eta): Fading, g (x-xi, y-eta): The point response function leading to dotage [0020]The dotage picture c is expressed with the convolution (convolution) of the original image f and the point response function g in a formula (1). If the Fourier transform of c, f, and g is expressed with C, F, and G, respectively, in a spatial frequency domain (Fourier transformation plane), it is C(mu, nu) =F(mu, nu) -G (mu, nu)... (2)

It can express.

[0021]To a dotage picture which is expressed with a formula (1) or a formula (2), when the dotage picture c and the point response function g are known, restoration of the original image f can be performed more easily than a following formula.

F(mu, nu) =C(mu, nu)/G (mu, nu) —— (3)

[0022]However, there are few examples which the point response function g understands correctly in the restoration processing of a picture, and only the dotage picture c made applicable to restoration is known in many cases. The restoration processing by a formula (3) is a technique which is called a deconvolution and is widely used for signal processing not only image processing but at large. On the other hand, the technique which presumes F in a formula (2) and G and is separated from the dotage picture c is called the blind deconvolution method.

[0023]The amendment of deteriorated images, such as a shaking hand, in conventional technology is exactly detecting the value of this G (mu, upsilon) using a various sensor, and performing the deconvolution by a formula (3). However, the deteriorated image restoration technique by the blind deconvolution method in this embodiment is a technique converged on the relation with which presumes said f and g, repeated calculation is performed, and it is satisfied of a formula (2), fading on the display of a liquid crystal and gazing at the picture c so that it may mention later.

[0024]The algorithm of the image restoration technique by this Fourier repeating method is shown in drawing 2. In drawing 2, Fourier transform [of the presumed original image f, the presumed point response function g, the initial original image f0, and a dotage picture] C, It is referred to as Fourier transform [of a presumed original image] F, and Fourier transform G of a presumed point response function, and The presumed original image f, and Fourier transform [of the presumed point response function g] F and G, It converges on the relation of F and G which are satisfied with performing repeated calculation, giving non-negative conditions (Step 4) and (Step 8) to [the deconvolution (Step 6) and there] which are the restoration processing shown in inverse Fourier transform (Step 3), (Step 7), and the formula (3) which return them of a formula (2).

[0025]Non-negative conditions mean the work which changes the value into a positive value, when an impossible negative value originally appears in each pixel of the picture information f and g obtained within repeated calculation. Drawing 3 models this non-negative condition. A horizontal axis is each picture element position (for example, position of each light sensing portion to that to which the light sensing portion has aligned like a CCD camera at two-dimensional matrix form.). In order to explain simply, in a certain vertical axis, a light sensing portion expresses luminous intensity with drawing 3 along with a single tier.
[0026]The picture information from which drawing 3 (a) produced the negative value in repeated calculation shows signs that drawing 3 (b) changes a negative value into a positive value as non-negative conditions. As conditions changed into a positive value, the total law of conservation of energy needs to be realized before and behind non-negative conditions. Here, the work which divides total of the total amount of energy which produced the negative value by the pixel number of the whole picture, averages it, for example, and is added to each pixel is shown.
[0027]Next, an operation and an effect are explained about a 1st embodiment using drawing 1. The picture information received in the image pick-up part 100 which comprises photo detectors of a lens etc., such as an optical system and CCD, is recorded on the recording medium 101. The picture recorded on the recording medium 101 is observed with the liquid crystal panel of the image output part 104. Here, the picture recorded on the recording medium 101 is recorded as a picture which deteriorated, even when degradation factors, such as a shaking hand, exist.
[0028]When an observer judges that it has deteriorated by the shaking hand etc. to the picture observed by the image output part 104, operation of image restoration is performed using switches, a touch panel, etc. in the alter operation part 103. Restoration processing of the deteriorated image by the blind deconvolution method is performed by repeated calculation as shown in drawing 2, as mentioned above. Setting [(for the Fourier transform of the point response function with which C becomes the Fourier transform of a deteriorated image, F becomes the Fourier transform of an original image, and G becomes a degradation factor to be expressed)] in this repeated calculation, C is known in the deteriorated image obtained. [C=FG of a formula (2), and] In order to start repeated calculation, the initial value of F or G is presumed. Usually, since it is completely strange, F and G use a random number as an initial value. Here, an initial value is set to F of a random number, for example. G to this initial value is called for from the relation of a formula (2). A non-negative constraint as shown in drawing 3 is given to this G, and it is considered as the thing nearer to a correct answer. It asks for F from the relation of a formula (2) using G approaching this correct answer. A non-negative constraint is given to this F as well as G, and it is considered as the thing nearer to a correct answer. By repeating this operation by repeated calculation, F and G approach the correct answer.
[0029]The restoration technique of the deteriorated image by the blind deconvolution method, In order to perform convergence processing by repeated calculation, a restoration degree reaches default value or the appearance of image restoration is observed one by one by the image output part 104, and when an observer judges that it is enough, by the alter operation part 103, restoration processing is stopped and it records on the processing image recording medium 105. Of course, when the picture recorded on the recording medium 101 is judged that in the state observed by the image output part 104 may be sufficient, it can record on the processing image recording medium 105, without performing restoration processing of a picture.
[0030]Here, drawing 4 explains the composition of the image-processing-arithmetic circuit 102 in this embodiment. The image-processing-arithmetic circuit 102 inputs the deteriorated image by dotage etc., has a function which outputs the image restoration which removed the degradation factor, and restores the deteriorated image by the blind deconvolution methods, such as an image restoration algorithm by the Fourier repeating method of drawing 2.
[0031]The arithmetic circuit 600 where the image-processing-arithmetic circuit 102 performs the Fourier transform and four operations, It comprises the arithmetic image storage memory 601 which memorizes the Fourier transform information on a dotage picture, the presumed image restoration information updated by the restoration processing process each time, the presumed point response function information used as a degradation factor, the Fourier transform information on presumed image restoration, the Fourier transform information on a presumed point response function, etc.
[0032]The presumed point response function information used as a degradation factor is the same picture information as presumed image restoration information here, and each picture information is two-dimensional luminous-intensity information, and is general picture information as which luminous-intensity information is expressed by the matrix form of a number of

horizontal picture elements x vertical pixel number. Each Fourier transform information is Fourier transform information on this picture information, is two-dimensional frequency information, and is general frequency information as which the information on a phase and amplitude is expressed by the matrix form of a pixel number equivalent to picture information.

[0033]Drawing 5 explains the outline of data processing of the arithmetic circuit 600 in drawing 4. The image restoration algorithm by the Fourier repeating method is a circulation algorithm by repeated calculation. Drawing 5 shows the outline of the circulation algorithm. In the arithmetic circuit 600 of drawing 4, it comprises the means 700 to perform the Fourier transform operation shown in drawing 5, the means 701 to perform reciprocal arithmetic and an addition operation, the means 702 to perform the inverse Fourier transform operation, and positive/negative judgment and a means 703 to perform an addition addition operation.

[0034]A means 700 to perform a Fourier transform operation is a means which carries out the Fourier transform of the presumed image restoration information in a restoration process, or the presumed point response function information used as a degradation factor. Fourier transform information can be acquired by carrying out the Fourier transform of each picture information. In the outline of data processing of drawing 5, in order to show the circulation algorithm, the operation which carries out the Fourier transform of the information on a dotage picture that it is inputted was not illustrated, but by a means 700 to perform a Fourier transform operation, this operation is also performed and the arithmetic image storage memory of drawing 4 memorizes.

[0035]the Fourier transform information on presumed image restoration that the Fourier transform of a means 701 to perform reciprocal arithmetic and an addition operation is carried out by a means 700 to perform a Fourier transform operation — or, It is a means to carry out reciprocal arithmetic of the Fourier transform information on a presumed point response function, and to perform an addition (multiplication) operation with the Fourier transform information on a dotage picture. A means 701 to perform this reciprocal arithmetic and an addition operation processes the deconvolution shown in the formula (3). The Fourier transform information on a dotage picture that it is used by processing of a means 701 to perform reciprocal arithmetic and an addition operation, The Fourier transformation information on presumed image restoration that it was read from the arithmetic image storage memory of drawing 4, and the result of an operation was updated, or the Fourier transform information on a presumed point response function is memorized by the arithmetic image storage memory of drawing 4.

[0036]A means 702 to perform the inverse Fourier transform operation is a means which carries out inverse Fourier transform of the Fourier transform information on the presumed image restoration calculated by a means 701 to perform reciprocal arithmetic and an addition operation, or the Fourier transform information on a presumed point response function. Picture information can be obtained by carrying out inverse Fourier transform of each Fourier transform information. A means 700 to perform a Fourier transform operation, and a means 702 to perform the inverse Fourier transform operation perform processing equivalent as data processing, and it is [means] usable in the thing same as an arithmetic circuit.

[0037]A means 703 to perform positive/negative judgment and an addition addition operation, The arithmetic circuit which is a means to give the non-negative conditions for every pixel of each picture information as shown in drawing 3, and judges the positive/negative of the value of each pixel, It comprises an adder circuit which calculates total of the absolute value of the pixel of a negative value, an integrating circuit which averages total of the absolute value of the pixel of a negative value, and an adder circuit which adds the average of total of the absolute value of the pixel of a negative value to the value of the whole pixel.

[0038]It is contradictory in physical development that a negative value arises to luminous-intensity information. Expressing whether luminous-intensity information has a bright picture or it is dark, it is contradictory in physical development that a thing like the black hole which absorbs energy appears in picture information so that a negative value may be shown. However, the picture information which does not have inconsistency as physical development can be obtained by giving non-negative conditions by a means 703 to perform positive/negative judgment and an addition addition operation. A circulation algorithm functions by sending the result of an operation of a means 703 to perform positive/negative judgment and an addition addition operation, and the picture information (presumed image restoration information or presumed point response function information) obtained to a means 700 to perform a Fourier transform operation. In this circulation algorithm, by one circulation, one restoration processing of presumed image restoration information or presumed point response function information will be

performed, and one repeated calculation of the image restoration processing by the blind deconvolution method as shown in drawing 2 will be performed by circulating twice.
[0039]As for the presumed image restoration information that the result of an operation was updated, or presumed point response function information, a means 703 to perform positive/negative judgment and an addition addition operation is memorized by the arithmetic image storage memory of drawing 4. Suitably, an output is possible for this updated presumed image restoration information to the output (image output part 104 of drawing 1) of the image restoration of drawing 4, and an observer can observe it to it. Repeated calculation of the circulation algorithm of drawing 5 is carried out until the output of this image restoration is judged to be enough for an observer.
[0040]As explained in full detail above, in the digital camera by a 1st embodiment which has an image processing function. The sensor which detects a certain physical quantity is made unnecessary to amendment factors which are the technical problems of conventional technology, such as a shaking hand, by using the deteriorated image restoration technique by the blind deconvolution method as an image processing function. Since the mechanism in which the amount of Bure is detected automatically is not used, it can amend in accordance with the photographic subject image which an operator usually picturizes, and the picture of mistaken correction results can be prevented from being recorded on a recording medium.
[0041]In the digital camera which has an image processing function by a 1st embodiment. In order to have a recording medium which records both a raw picture and the picture after image processing to the picture to photo, when the amount of Bure is automatically measured and amended like conventional technology, Since the amendment from which the amendment beyond it deviated from the raw picture to the degree very much impossible can be prevented even if it is measurement of the imperfect amount of Bure, record of the picture of imperfect correction results can be prevented.
[0042]In the digital camera by a 1st embodiment which has an image processing function, since it has an image processing function by the deteriorated image restoration technique by the blind deconvolution method, image restoration processing by computers, such as a personal computer, is made unnecessary. Therefore, an output of the good picture which restored the shaking hand etc. to the external output unit (un-illustrating), for example, a printer etc., is directly possible by using the processing image recording medium 105 as a removable recording medium etc.
[0043]Next, the composition of the digital camera which has an image processing function of a 2nd embodiment is explained using drawing 6. The fundamental composition as a digital camera which has an image processing function is the same as a 1st embodiment. Different points from a 1st embodiment are the point that the alter operation part 400 with a mode change function is constituted in a 2nd embodiment to the alter operation part 103 in a 1st embodiment, and a point that the point response function recording medium 401 is constituted further.
[0044]The point response function recording medium 401 comprises a flash memory, a hard disk, etc. like recording-medium 101 grade, for example. Record and read-out are possible for this point response function recording medium 401 suitably in the point response function used as a degradation factor by the blind deconvolution method described by a 1st embodiment obtained simultaneously with image restoration in the restoration processing of deteriorated images, such as a shaking hand.
[0045]The alter operation part 400 with a mode change function comprises switches and a touch panel like the alter operation part 103 in a 1st embodiment. This alter operation part 400 with a mode change function has an operating function for making possible suitably record and read-out of a point response function at the point response function recording medium 401 together with the basic function of the alter operation part 103 in a 1st embodiment.
[0046]The fundamental operation and effect in a 2nd embodiment are the same as a 1st embodiment. Different points from a 1st embodiment are the point that the alter operation part 400 with a mode change function is constituted instead of the alter operation part 103, and a point that the point response function recording medium 401 is constituted further. The restoration processing of deteriorated images by the blind deconvolution method, such as a shaking hand, is a technique which presumes F in a formula (2), and G and is separated only from the information on a deteriorated image as a 1st embodiment described. Therefore, when the restoration processing of a deteriorated image is completed, together with the image restoration which has not deteriorated, the information on the point response function used as a degradation factor can also be acquired.
[0047]According to a 2nd embodiment, the point response function used as this degradation

factor is recorded on the point response function recording medium 401, and when carrying out restoration processing of another picture which deteriorated, it becomes possible to shorten the convergence processing time by repeated calculation by using positively. That is, restoration processing of the deteriorated image by the blind deconvolution method is performed by repeated calculation as shown in drawing 2, for example. Setting [(for the Fourier transform of the point response function with which C becomes the Fourier transform of a deteriorated image, F becomes the Fourier transform of an original image, and G becomes a degradation factor to be expressed)] in this repeated calculation, C is known in the deteriorated image obtained. [C=FG of a formula (2), and] In order to start repeated calculation, the initial value of F or G is presumed. Usually, since it is completely strange, F and G use a random number as an initial value. Here, an initial value is set to F of a random number, for example. G to this initial value is called for from the relation of a formula (2). A non-negative constraint as shown in drawing 3 is given to this G, and it is considered as the thing nearer to a correct answer. It asks for F from the relation of a formula (2) using G approaching this correct answer. A non-negative constraint is given to this F as well as G, and it is considered as the thing nearer to a correct answer. By repeating this operation by repeated calculation, F and G approach the correct answer.

[0048]In this repeated calculation, if repeated calculation is started from what has an initial value close to a correct answer, convergence time will also be shortened. Then, for example, the deteriorated images in the case where shaking hand condition is large, the case of being small, etc. are received, When recording the point response function of the result of having performed restoration processing on the point response function recording medium 401 and carrying out restoration processing of another deteriorated image anew, by the alter operation part 400 with a mode change function. Shortening of restoration processing time of a shaking hand is suitably attained by choosing the large mode and the small mode.

[0049]In the digital camera which has an image processing function by a 2nd embodiment. In order to make restoration possible to the degradation factor expressed with a formula (1) or a formula (2), Restoration processing is possible not only for when a degradation factor is based on a shaking hand but degradation according to the focal Japanese quince of a lens for example, degradation by the flow of a picture when the photographic subject is moving, degradation by the fluctuation of the atmosphere (for example, shimmer etc.), etc. Therefore, it is possible to add each mode for every such degradation factor to the alter operation part 400 with a mode change function.

[0050]As for the image processing function in a 2nd embodiment, also in still picture preservation of the digital camera of conventional technology, and a digital camcorder, it is a matter of course for it to be able to apply.

[0051]In [as explained in full detail above] a 2nd embodiment, Like a 1st embodiment by using the deteriorated image restoration technique by the blind deconvolution method as an image processing function, In order to have a recording medium which records both a raw picture and the picture after image processing and to perform restoration processing to the factor which has deteriorated to amendment factors, such as a shaking hand, to the point which makes unnecessary the sensor which detects a certain physical quantity, and the picture to photo, the deteriorated image restoration technique by the point and the blind deconvolution method for the ability to prevent record of the picture of mistaken correction results was used, since the image processing function owner is carried out, The image restoration processing by computers, such as a personal computer, at the point made unnecessary in addition, the point response function used as a degradation factor, The point response function recording medium 401 in which record and read-out are possible is provided suitably, When carrying out restoration processing of another picture which deteriorated, it has effects, such as a point which makes it possible to shorten deteriorated image restoration processing time by providing the alter operation part 400 with a mode change function which makes selectable what was suitable from this point response function currently recorded.

[0052]

[Effect of the Invention]As mentioned above, as explained in detail, when the deteriorated image restoration technique by the blind deconvolution method is used for this invention as an image processing function, It is possible to provide the digital camera which has an image processing function which can make unnecessary the sensor which detects a certain physical quantity to amendment factors, such as a shaking hand, and can acquire a good picture with easy composition. Since the mechanism in which the amount of Bure is detected automatically is not

used, it can amend in accordance with the photographic subject image which an operator usually picturizes, and the picture of mistaken correction results can be prevented from being recorded on a recording medium.

[Translation done.]

* NOTICES *

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]
[Drawing 1]It is a lineblock diagram of the digital camera which has an image processing function concerning a 1st embodiment of this invention.
[Drawing 2]It is a figure showing the image restoration algorithm by the Fourier repeating method which is the contents of the image processing function concerning an embodiment of the invention.
[Drawing 3]It is a model figure of non-negative conditions of the image restoration algorithm by the Fourier repeating method.
[Drawing 4]It is a lineblock diagram of the image-processing-arithmetic circuit concerning an embodiment of the invention.
[Drawing 5]It is a schematic diagram of data processing of the image-processing-arithmetic circuit concerning an embodiment of the invention.
[Drawing 6]It is a lineblock diagram of the digital camera which has an image processing function concerning a 2nd embodiment of this invention.
[Drawing 7]It is an outline lineblock diagram of the technique of amending degradation of the picture by the shaking hand in the conventional digital camera, etc.
[Description of Notations]
101 Storage (memory storage)
102 Picture information arithmetic circuit (image processing means)
103 Alter operation part (control means)
104 Image output part (display)

[Translation done.]

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2001－333326
（P2001－333326A）
(43)公開日　平成13年11月30日(2001.11.30)

(51)Int.Cl.'	識別記号	FI		テーマコード(参考)
H04N 5/232		H04N 5/232	Z	2H054
G03B 19/02		G03B 19/02		5B057
G06T 1/00	280	G06T 1/00	280	5C022
H04N 5/91		H04N 101:00		5C053
// H04N 101:00		5/91	J	

審査請求　未請求　請求項の数4　OL　（全９頁）

(21)出願番号　特願2000－151994(P2000－151994)

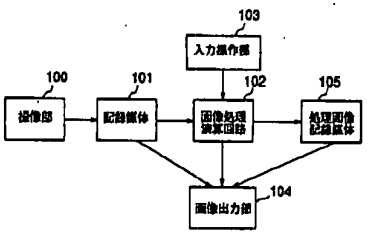
(22)出願日　平成12年５月23日(2000.5.23)

(71)出願人　000006208
三菱重工業株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目５番１号
(72)発明者　本木　正広
横浜市金沢区幸浦一丁目８番地１　三菱重工業株式会社基板技術研究所内
(72)発明者　佐藤　進司
横浜市金沢区幸浦一丁目８番地１　三菱重工業株式会社基板技術研究所内
(74)代理人　100083024
弁理士　高橋　昌久　（外１名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　画像処理機能を有したデジタルカメラ

(57)【要約】
【課題】　手振れ等の補正要因に対し、何らかの物理量を検出するセンサを不要とし、かつ良好な画像を得ることができる画像処理機能を有するデジタルカメラを提供することを目的とする。
【解決手段】　撮像した画像を記憶する記憶装置１０１と、前記画像を表示する表示装置１０４を備えるとともに前記画像を補正する画像処理機能を有したデジタルカメラにおいて、撮像された画像を補正する画像処理手段１０２と、該画像処理手段に補正情報を与える操作手段１０３を備え、該操作手段を外部から操作可能に構成し、前記表示装置に表示された撮像された画像を基に、前記操作手段により適宜補正情報を付与して画像を補正することを特徴とする。



【特許請求の範囲】
【請求項１】　撮像した画像を記憶する記憶装置と、前記画像を表示する表示装置を備えるとともに前記画像を補正する画像処理機能を有したデジタルカメラにおいて、
撮像された画像を補正する画像処理手段と、該画像処理手段に補正情報を与える操作手段を備え、該操作手段を外部から操作可能に構成し、
前記表示装置に表示された撮像された画像を基に、前記操作手段により適宜補正情報を付与して画像を補正することを特徴とする画像処理機能を有したデジタルカメラ。
【請求項２】　前記画像処理機能として、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法を用いることを特徴とする請求項１記載の画像処理機能を有したデジタルカメラ。
【請求項３】　前記記憶装置は、補正前の画像を記憶する補正前画像記憶手段と、補正後の画像を記憶する補正後画像記憶手段とを備えたことを特徴とする請求項１記載の画像処理機能を有したデジタルカメラ。
【請求項４】　前記記憶装置は、画像補正情報の前歴を記憶する画像補正情報記憶手段を備えるとともに、前記前歴を前記操作手段により使用可能に構成したことを特徴とする請求項１記載の画像処理機能を有したデジタルカメラ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、手振れや焦点ずれにより劣化した画像の復元機能等を付加した画像処理機能を有したデジタルカメラに関する。
【０００２】
【従来の技術】従来より、デジタルカメラにおける手振れ等による画像の劣化を補正する機構は、種々提案されているが、例えば、図７に示すように、レンズ等の光学系とＣＣＤ等の受光素子で構成される撮像部５００は、手振れを補正する手法により異なるが、光学系の振動を補正する機械的な機構、もしくは、ＣＣＤの画素情報を変換する演算回路なども含ませて構成される。
【０００３】かかる従来技術によると、撮影時に手振れ等によりカメラに振動を生じる場合、その振動量を振動検出センサ５０１により検出する。検出された振動は、振動補正演算回路５０２により、カメラ自身の動きベクトルを算出し補正値を求める。その補正値に基づき、機械的に光学系を補正したり、画像処理演算により受光素子の各画素の値を補正したりすることによって、手振れ等の画像の劣化を防止あるいは補正する。結果として、手振れ補正済みとされる画像が、例えば、フラッシュメモリやハードディスク等で構成される記録媒体１０１に記録される。
【０００４】かかる従来技術は、いずれも次の特徴的な要素２つが含まれる。
（１）手振れ等の補正要因に対し、何らかの物理量を検出するセンサを用いる。
（２）手振れ等の補正が必要な場合、何らかの補正手段により補正して、その補正後の画像が記録媒体に記録される。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】かかる従来技術によると、以上の点から、従来デジタルカメラにおける手振れ等による画像の劣化を補正する手法には、次のような課題がある。
○手振れ等の補正要因に対し、何らかの物理量を検出するセンサを必要とする。
○手振れ等の補正に対し、正確な補正量が得られていない場合、誤った補正結果の画像が記録媒体に記録される。
【０００６】本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、手振れ等の補正要因に対し、何らかの物理量を検出するセンサを不要とし、かつ良好な画像を得ることができる画像処理機能を有するデジタルカメラを提供することを目的とする。また、本発明の他の目的は、誤った補正結果が記録媒体に記録されるのを防止することである。
【０００７】
【課題を解決させるための手段】本発明は、撮像した画像を記憶する記憶装置と、前記画像を表示する表示装置を備えるとともに前記画像を補正する画像処理機能を有したデジタルカメラにおいて、撮像された画像を補正する画像処理手段と、該画像処理手段に補正情報を与える操作手段を備え、該操作手段を外部から操作可能に構成し、前記表示装置に表示された撮像された画像を基に、前記操作手段により適宜補正情報を付与して画像を補正することを特徴とする。
【０００８】そして、前記画像処理機能として、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法を用いることが望ましい。かかる技術によると、撮像された画像を補正する画像処理手段に補正情報を与える操作手段を外部から操作可能に構成し、前記表示装置に表示された撮像された画像を基に、前記操作手段により適宜補正情報を付与して画像を補正しているので、手振れ画像に対して自動的にブレ量を検出する機構を設ける必要がなく、簡単な構成で手振れ画像もしくはピンボケ画像を補正することができる。
【０００９】また、自動的にブレ量を検出する機構を用いないので、通常は操作者が撮像する被写体イメージにそって補正することができ、誤った補正結果の画像が記録媒体に記録されることを防止することができる。
【００１０】また、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法による画像処理機能を有しているので、パソコン等の計算機による画像復元処理を用いな

くても、処理後の画像記録媒体を着脱可能な記録媒体とすること等により、直接外部の出力装置等に前記画像記録媒体をセットして、手振れ等を復元した良好な画像を出力可能である。

【００１１】また、前記記憶装置は、補正前の画像を記憶する補正前画像記憶手段と、補正後の画像を記憶する補正後画像記憶手段とを備えて構成することも本発明の有効な手段である。かかる技術手段によると、撮影する画像に対して、生の画像である補正前の画像と画像処理後の補正後画像の両方を記録する記録媒体を備えるため、従来技術のように自動的にブレ量を測定して補正した場合は、不完全なブレ量の測定であってもそれ以上の補正は不可能であり、また、生の画像より極度に逸脱した補正を防止できるので、不完全な補正結果の画像の記録を防止できる。

【００１２】また、前記記憶装置は、画像補正情報の前歴を記憶する画像補正情報記憶手段を備えるとともに、前記前歴を前記操作手段により使用可能に構成することも本発明の有効な手段である。

【００１３】かかる技術手段によると、劣化要因となる画像補正情報の前歴を、適宜記録、読み出しを行い、別の劣化した画像の復元処理をする際に、この記録されている前歴データから適したものを選択して使用することができ、劣化画像復元処理時間を短縮することを可能とする効果を有する。

【００１４】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を例示的に詳しく説明する。但しこの実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは特に特定的な記載がない限りは、この発明の範囲をそれのみに限定する趣旨ではなく単なる説明例に過ぎない。

【００１５】図１は、本発明の第１実施の形態に係る画像処理機能を有するデジタルカメラの構成図、図２は、本発明の実施の形態に係る画像処理機能の内容である、フーリエ反復法による画像復元アルゴリズムを表わす図、図３は、フーリエ反復法による画像復元アルゴリズムの、非負条件のモデル図、図４は、本発明の実施の形態に係る画像処理演算回路の構成図、図５は、本発明の実施の形態に係る画像処理演算回路の演算処理の概略図、図６は、本発明の第２実施の形態に係る画像処理機能を有するデジタルカメラの構成図である。

【００１６】図１において、撮像部１００は、レンズ等の光学系とＣＣＤ等の受光素子で構成される。撮像部１００で受光される画像情報を記録する記録媒体１０１は、補正前の生の画像が記録されるものであり、フラッシュメモリで構成されているが、ハードディスク等でもよい。この記録媒体１０１に記録される画像を観察可能な画像出力部１０４は、液晶表示手段で構成される。

【００１７】画像処理演算回路１０２は、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法（例えば、フーリエ反復法による画像復元手法）の機能を有するもので、例えば、演算画像記憶メモリと、フーリエ変換回路、四則演算回路等で構成される。このブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法は、（例えば、文献（G.R.Ayers and J.C.Dainty, Opt.Lett. 13, 547-549 [1988]））等で発表されているフーリエ反復法による画像復元手法であり、劣化画像の情報だけを基に、劣化していない復元画像と劣化要因とを分離する手法である。

【００１８】入力操作部１０３は、スイッチ類やタッチパネル等で構成され、画像出力部１０４で観察される画像に対し、観察者が手振れ等により劣化していると判断した場合、画像の復元処理を開始及び停止する操作が可能に構成されている。また、処理画像記録媒体１０５は、画像処理演算回路１０２で復元処理を行った処理画像を記録する記録媒体である。

【００１９】ここで、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像の復元手法として、フーリエ反復法による画像復元手法を説明する。手振れ等による劣化画像とは、数式的に次のようなもので表される。

【数１】

$$c(x,y)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} f(\xi,\eta)g(x-\xi,y-\eta)\,d\xi\,d\eta \qquad (1)$$

ｃ（ｘ，ｙ）：復元対象のぼけ画像、ｆ（ξ，η）：ぼけていない原画像、ｇ（ｘ－ξ，ｙ－η）：ぼけ要因となる点像応答関数

【００２０】式(1)において、ぼけ画像ｃは原画像ｆと

$$C(\mu,\nu)=F(\mu,\nu)\cdot G(\mu,\nu) \qquad \cdots (2)$$

と表すことができる。

【００２１】式（１）あるいは式（２）で表されるようなぼけ画像に対し、ぼけ画像ｃと点像応答関数ｇが既知

$$F(\mu,\nu)=C(\mu,\nu)/G(\mu,\nu) \qquad \cdots (3)$$

【００２２】しかしながら、画像の復元処理において点像応答関数ｇが正確に分かっている例は少なく、復元対象とするぼけ画像ｃだけが唯一既知である場合が多い。式（３）による復元処理は、デコンボルーションと呼ばれ、画像処理だけでなく信号処理全般に広く用いられる手法である。これに対し、ぼけ画像ｃのみから式（２）におけるＦ，Ｇを推定し分離する手法を、ブラインドデコンボルーション法と呼ぶ。

【００２３】従来技術における、手振れ等の劣化画像の補正は、このＧ(μ，ν)の値を、各種センサを用いて検出し、式（３）によるデコンボルーションを行うことに他ならない。しかしながら、本実施の形態におけるブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法は、後述するように、液晶のディスプレイ上にぼけ画像ｃを注視しながら、前記ｆ及びｇを推定して反復計算を行い式（２）を満足する関係に収束する手法である。

【００２４】このフーリエ反復法による画像復元手法のアルゴリズムを図２に示す。図２において、推定原画像ｆ、推定点像応答関数ｇ、初期原画像ｆ０、ぼけ画像のフーリエ変換Ｃ、推定原画像のフーリエ変換Ｆ、推定点像応答関数のフーリエ変換Ｇとし、推定原画像ｆと推定点像応答関数ｇのフーリエ変換Ｆ，Ｇと、それらを戻す逆フーリエ変換（ステップ３）、（ステップ７）、および式（３）に示した復元処理であるデコンボルーション（ステップ６）、そこに非負条件（ステップ４）、（ステップ８）を与えながら反復計算を行うことで、式（２）を満足するＦ，Ｇの関係に収束する。

【００２５】非負条件とは、反復計算内で得られる画像情報ｆ，ｇの各画素に、本来ありえない負値が現われる場合、その値を正値に変換する作業をいう。図３はこの非負条件をモデル化したものである。横軸は各画素位置（例えば、ＣＣＤカメラのように受光部が２次元マトリックス状に整列しているものに対するそれぞれの受光部の位置。図３では説明を簡単にするため、受光部が一列に並んだものとしてある）、縦軸は光の強度を表わす。

【００２６】図３（ａ）が反復計算で負値を生じた画像情報で、図３（ｂ）が非負条件として負値を正値に変換する様子を示している。正値に変換する条件として、非負条件の前後でトータルのエネルギ保存則が成り立つ必要がある。ここでは、例えば、負値を生じたトータルのエネルギ量の総和を画像全体の画素数で割り、平均して各画素に加える作業を示してある。

【００２７】次に、本第１実施の形態について、図１を用いて作用・効果を説明する。レンズ等の光学系とＣＣＤ等の受光素子で構成される撮像部１００で受光される画像情報は、記録媒体１０１に記録される。記録媒体１０１に記録される画像は、画像出力部１０４の液晶パネルで観察される。ここで、記録媒体１０１に記録される画像は、手振れ等の劣化要因が存在した場合でも、劣化した画像として記録される。

【００２８】画像出力部１０４で観察される画像に対し、観察者が手振れ等により劣化していると判断した場合、入力操作部１０３におけるスイッチ類やタッチパネル等を用いて、画像復元の操作が行われる。ブラインドデコンボルーション法による劣化画像の復元処理は、上述したように、図２に示したような反復計算で行われる。この反復計算では、式（２）のＣ＝ＦＧ、（Ｃは劣化画像のフーリエ変換、Ｆは原画像のフーリエ変換、Ｇは劣化要因となる点像応答関数のフーリエ変換を表す）において、Ｃは得られている劣化画像で既知である。反復計算を開始するために、ＦもしくはＧの初期値を推定する。通常、ＦおよびＧは全く未知であるため、初期値としては乱数を用いる。ここでは、例えば、初期値を乱数のＦとする。式（２）の関係より、この初期値に対するＧが求められる。このＧに対して、図３に示すような、非負の拘束条件をつけて、より正解に近いものとする。この、正解に近づいたＧを用いて、式（２）の関係よりＦを求める。このＦにもＧと同様に非負の拘束条件をつけて、より正解に近いものとする。この操作を反復計算で繰り返すことにより、Ｆ，Ｇともに正解に近づいていく。

【００２９】ブラインドデコンボルーション法による劣化画像の復元手法は、反復計算による収束処理を行うため、復元度合いが規定値に達するか、もしくは、画像出力部１０４で逐次復元画像の様子を観察し、観察者が十分と判断した時点で、入力操作部１０３により、復元処理を中止し、処理画像記録媒体１０５に記録する。もちろん、記録媒体１０１に記録される画像が、画像出力部１０４で観測される状態で良いと判断される場合、画像の復元処理を行わずに、処理画像記録媒体１０５に記録可能である。

【００３０】ここで、本実施の形態における画像処理演算回路１０２の構成を図４により説明する。画像処理演算回路１０２は、ぼけ等による劣化画像を入力し、劣化要因を取り除いた復元画像を出力する機能を有し、図２のフーリエ反復法による画像復元アルゴリズム等のブラインドデコンボルーション法による劣化画像の復元を行うものである。

【００３１】画像処理演算回路１０２は、フーリエ変換や、四則演算を行う演算回路６００と、ぼけ画像のフーリエ変換情報、復元処理過程に毎回更新される推定復元画像情報、劣化要因となる推定点像応答関数情報、推定復元画像のフーリエ変換情報、推定点像応答関数のフーリエ変換情報等を記憶する演算画像記憶メモリ６０１から構成される。

【００３２】ここで、劣化要因となる推定点像応答関数情報は、推定復元画像情報と同様の画像情報であり、各画像情報は、２次元的な光の強度情報で、水平画素数×垂直画素数のマトリックス状に、光の強度情報が表現される、一般的な画像情報である。また、各フーリエ変換情報は、この画像情報のフーリエ変換情報で、２次元的な周波数情報で、画像情報と同等の画素数のマトリックス状に、位相と振幅の情報が表現される、一般的な周波数情報である。

【００３３】図４における、演算回路６００の演算処理の概略を図６により説明する。フーリエ反復法による画像復元アルゴリズムは、反復計算による循環アルゴリズムである。図５は、その循環アルゴリズムの概略を示すものである。図４の演算回路６００では、図５に示す、フーリエ変換演算を行う手段７００と、逆数演算と積算演算を行う手段７０１と、逆フーリエ変換演算を行う手段７０２と、正負判断と加算積算演算を行う手段７０３とから構成される。

【００３４】フーリエ変換演算を行う手段７００は、復元過程における推定復元画像情報もしくは、劣化要因となる推定点像応答関数情報をフーリエ変換する手段である。各画像情報をフーリエ変換することで、フーリエ変換情報を得ることができる。図５の演算処理の概略では、循環アルゴリズムを示しているため、入力されるぼけ画像の情報をフーリエ変換する作用は不図示であるが、フーリエ変換演算を行う手段７００により、この作用も行われ、図４の演算画像記憶メモリに記憶される。

【００３５】逆数演算と積算演算を行う手段７０１は、フーリエ変換演算を行う手段７００によりフーリエ変換される、推定復元画像のフーリエ変換情報、もしくは、推定点像応答関数のフーリエ変換情報を、逆数演算し、ぼけ画像のフーリエ変換情報との積算（掛け算）演算を行う手段である。この逆数演算と積算演算を行う手段７０１は、式（３）に示したデコンボルーションの処理を行うものである。逆数演算と積算演算を行う手段７０１の処理で用いられる、ぼけ画像のフーリエ変換情報は、図４の演算画像記憶メモリから読み出され、また、演算結果の更新された推定復元画像のフーリエ変換情報、もしくは、推定点像応答関数のフーリエ変換情報は、図４の演算画像記憶メモリに記憶される。

【００３６】逆フーリエ変換演算を行う手段７０２は、逆数演算と積算演算を行う手段７０１により演算された、推定復元画像のフーリエ変換情報、もしくは、推定点像応答関数のフーリエ変換情報を、逆フーリエ変換する手段である。各フーリエ変換情報を逆フーリエ変換することで、画像情報を得ることができる。フーリエ変換演算を行う手段７００と、逆フーリエ変換演算を行う手段７０２は、演算処理として同等の処理を行うものであり、演算回路として同一のものを使用可能である。

【００３７】正負判断と加算積算演算を行う手段７０３は、図３に示したような、各画像情報の画素毎の非負条件を与える手段であり、各画素の値の正負を判断する演算回路と、負値の画素の絶対値の総和を演算する加算回路と、負値の画素の絶対値の総和を平均する積算回路と、負値の画素の絶対値の総和の平均を全体の画素の値に加算する加算回路とで構成される。

【００３８】光の強度情報に負値が生じるのは、物理現象に矛盾する。光の強度情報は、画像が明るいか暗いかを表すものであり、負値を示すような、例えば、エネルギを吸い込むブラックホールのようなものが画像情報に現れるのは物理現象に矛盾する。しかしながら、正負判断と加算積算演算を行う手段７０３により、非負条件を与えることで、物理現象として矛盾の無い画像情報を得ることができる。正負判断と加算積算演算を行う手段７０３の演算結果、得られる画像情報（推定復元画像情報、もしくは、推定点像応答関数情報）を、フーリエ変換演算を行う手段７００に送ることで、循環アルゴリズムが機能する。この循環アルゴリズムにおいて、1回の循環で、推定復元画像情報、もしくは、推定点像応答関数情報の一方の復元処理が行われ、２回循環することで、図２に示したようなブラインドデコンボルーション法による画像復元処理の１回の反復計算が行われることになる。

【００３９】正負判断と加算積算演算を行う手段７０３は、演算結果の更新された推定復元画像情報、もしくは、推定点像応答関数情報は、図４の演算画像記憶メモリに記憶される。この、更新された推定復元画像情報は、適宜、図４の復元画像の出力（図１の画像出力部１０４）に出力可能で、観察者が観察可能である。この復元画像の出力が観察者にとって十分と判断されるまで、図５の循環アルゴリズムが反復計算される。

【００４０】以上詳述したように、本第１実施の形態による、画像処理機能を有するデジタルカメラでは、画像処理機能として、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法を用いることによって、従来技術の課題である、手振れ等の補正要因に対し、何らかの物理量を検出するセンサを不要とする。また、自動的にブレ量を検出する機構を用いないので、通常は操作者が撮像する被写体イメージにそって補正することができ、誤った補正結果の画像が記録媒体に記録されることを防止することができる。

【００４１】また、本第１実施の形態による画像処理機能を有するデジタルカメラでは、撮影する画像に対して、生の画像と画像処理後の画像の両方を記録する記録媒体を備えるため、従来技術のように自動的にブレ量を測定して補正した場合は、不完全なブレ量の測定であってもそれ以上の補正は不可能であり、また、生の画像より極度に逸脱した補正を防止できるので、不完全な補正結果の画像の記録を防止できる。

【００４２】さらに、本第１実施の形態による、画像処理機能を有するデジタルカメラでは、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法による画像処理機能を有しているので、パソコン等の計算機による画像復元処理を不要とする。そのため、処理画像記録媒体１０５を着脱可能な記録媒体とすること等により、直接外部の出力装置（不図示）、例えば、プリンタ等に、手振れ等を復元した良好な画像を出力可能である。

【００４３】次に、図６を用いて、本第２実施の形態の画像処理機能を有するデジタルカメラの構成を説明する。画像処理機能を有するデジタルカメラとしての基本的な構成は第１実施の形態と同じである。第１実施の形態と異なる点は、第１実施の形態における入力操作部１０３に対し、第２実施の形態においてはモード切換機能付入力操作部４００が構成される点と、さらに、点像応答関数記録媒体４０１が構成される点である。

【００４４】点像応答関数記録媒体４０１は、記録媒体１０１等と同様に、例えば、フラッシュメモリやハードディスク等で構成される。該点像応答関数記録媒体４０１は、第１実施の形態で述べたブラインドデコンボルーション法による、手振れ等の劣化画像の復元処理において、復元画像と同時に得られる、劣化要因となる点像応答関数を、適宜記録、読み出し可能なものである。

【００４５】モード切換機能付入力操作部４００は、第１実施の形態における入力操作部１０３と同様に、スイッチ類やタッチパネルで構成される。該モード切換機能付入力操作部４００は、第１実施の形態における入力操作部１０３の基本機能と合わせて、点像応答関数記録媒体４０１に点像応答関数を、適宜記録、読み出し可能とするための、操作機能を有する。

【００４６】本第２実施の形態における基本的な作用・効果は第１実施の形態と同じである。第１実施の形態と異なる点は、入力操作部１０３の代わりにモード切換機能付入力操作部４００が構成される点と、さらに、点像応答関数記録媒体４０１が構成される点である。第１実施の形態で述べた通り、ブラインドデコンボルーション法による、手振れ等の劣化画像の復元処理は、劣化画像の情報のみから式（２）におけるF，Gを推定し分離する手法である。そのため、劣化画像の復元処理を完了した際には、劣化していない復元画像と合わせて、劣化要因となる点像応答関数の情報も得ることができる。

【００４７】第２実施の形態では、この劣化要因となる点像応答関数を、点像応答関数記録媒体４０１に記録しておき、別の劣化した画像の復元処理をする際に、積極的に利用することで、反復計算による収束処理時間を短縮することが可能となる。すなわち、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像の復元処理は、例えば、図２に示したような反復計算で行われる。この反復計算では、式（２）のC＝FG、（Cは劣化画像のフーリエ変換、Fは原画像のフーリエ変換、Gは劣化要因となる点像応答関数のフーリエ変換を表す）において、Cは得られている劣化画像で既知である。反復計算を開始するために、FもしくはGの初期値を推定する。通常、F及びGは全く未知であるため、初期値としては乱数を用いる。ここでは、例えば，初期値を乱数のFとする。式（２）の関係より、この初期値に対するGが求められる。このGに対して、図３に示すような、非負の拘束条件をつけて、より正解に近いものとする。この、正解に近づいたGを用いて、式（２）の関係よりFを求める。このFにもGと同様に非負の拘束条件をつけて、より正解に近いものとする。この操作を反復計算で繰り返すことにより、F，Gともに正解に近づいていく。

【００４８】この反復計算において、初期値が正解に近いものから反復計算が開始されれば、収束時間も短縮される。そこで、例えば、手振れ具合が大きい場合や、小さい場合などの劣化画像に対し、復元処理を行った結果の点像応答関数を点像応答関数記録媒体４０１に記録しておき、あらためて別の劣化画像を復元処理する際に、モード切換機能付入力操作部４００により、適宜手振れが大きいモードや、小さいモードを選択することで、復元処理時間の短縮が可能となる。

【００４９】また、本第２実施の形態による画像処理機能を有するデジタルカメラでは、式（１）または式（２）で表される劣化要因に対して、復元可能とするため、劣化要因が、手振れによる場合だけでなく、例えば、レンズの焦点ボケによる劣化や、被写体が移動している場合の画像の流れによる劣化、大気の揺らぎ（例えば、陽炎等）による劣化等も復元処理が可能である。よって、モード切換機能付入力操作部４００には、こうした劣化要因ごとの各モードを付加することが可能である。

【００５０】なお、本第２実施の形態における画像処理機能は、従来技術のデジタルカメラや、デジタルビデオカメラの静止画保存においても、適用可能であることは勿論のことである。

【００５１】以上詳述したように本第２実施の形態においては、第１実施の形態と同じように、画像処理機能として、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法を用いることにより、手振れ等の補正要因に対し、何らかの物理量を検出するセンサを不要とする点、撮影する画像に対して、生の画像と画像処理後の画像の両方を記録する記録媒体を備え、劣化している要因に対しての復元処理を行うため、誤った補正結果の画像の記録を防止できる点、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法を用いた画像処理機能有しているので、パソコン等の計算機による画像復元処理を不要とする点に加えて、劣化要因となる点像応答関数を、適宜記録、読み出し可能な、点像応答関数記録媒体４０１を具備し、別の劣化した画像の復元処理をする際に、この記録されている点像応答関数から、適したものを選択可能とするモード切換機能付入力操作部４００を具備することで、劣化画像復元処理時間を短縮することを可能とする点等の効果を有する。

【００５２】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように本発明は、画像処理機能として、ブラインドデコンボルーション法による劣化画像復元手法を用いることにより、手振れ等の補正要因に対し、何らかの物理量を検出するセンサを不要とし、簡単な構成で良好な画像を得ることができる画像処理機能を有するデジタルカメラを提供することが

可能である。また、自動的にブレ量を検出する機構を用いないので、通常は操作者が撮像する被写体イメージにそって補正することができ、誤った補正結果の画像が記録媒体に記録されることを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の第１実施の形態に係る画像処理機能を有するデジタルカメラの構成図である。

【図２】　本発明の実施の形態に係る画像処理機能の内容である、フーリエ反復法による画像復元アルゴリズムを表わす図である。

【図３】　フーリエ反復法による画像復元アルゴリズムの、非負条件のモデル図である。

【図４】　本発明の実施の形態に係る画像処理演算回路の構成図である。

【図５】　本発明の実施の形態に係る画像処理演算回路の演算処理の概略図である。

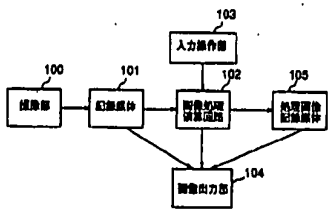
【図６】　本発明の第２実施の形態に係る画像処理機能を有するデジタルカメラの構成図である。

【図７】　従来のデジタルカメラにおける手振れ等による画像の劣化を補正する手法の概略構成図である。

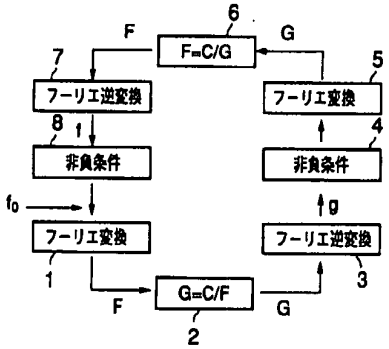
【符号の説明】

１０１　　記憶媒体（記憶装置）
１０２　　画像情報演算回路（画像処理手段）
１０３　　入力操作部（操作手段）
１０４　　画像出力部（表示装置）

【図１】

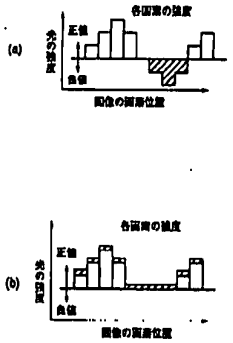


【図２】

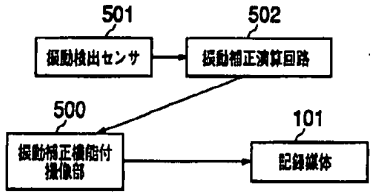


f：推定原画像
g：推定点像応答関数
f_0：初期原画像
C：ぼけ画像のフーリエ変換
F：推定原画像のフーリエ変換
G：推定点像応答関数のフーリエ変換

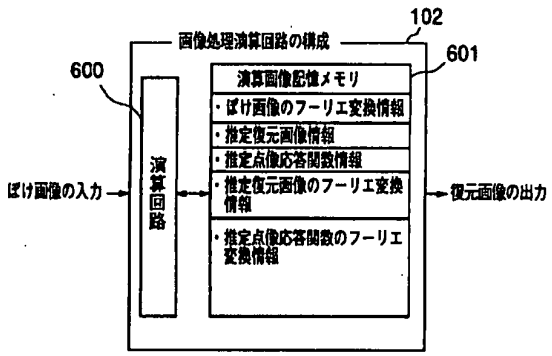
【図３】



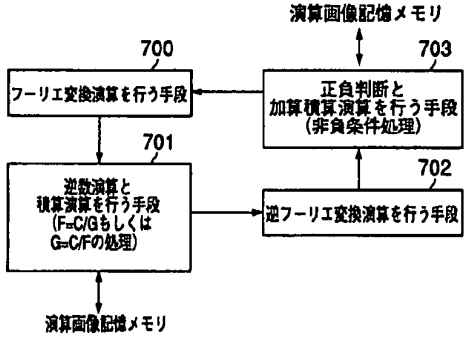
【図７】



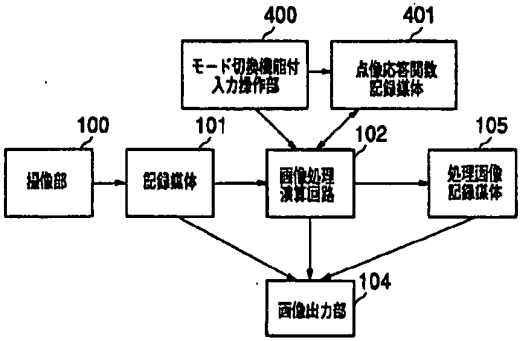
【図４】



【図５】



【図６】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 2H054 AA01
5B057 BA11 BA23 CA01 CA08 CA12
CA16 CB01 CB08 CB12 CB16
CE03 CH08
5C022 AA13 AB55 AC00 AC01 AC31
AC69
5C053 FA08 FA30 HA40 KA04 KA22
KA24 KA30 LA01